

# Техніка і технології

УДК 622.248.3:622.244.442:66.067

## РОЗРОБКА, ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ, ПРОМИСЛОВЕ ВИРОБНИЦТВО НОВИХ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕАГЕНТІВ ДЛЯ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ І ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ ПІД ЧАС БУРІННЯ

*О.А.Жуган*

УкрНДІгаз, м. Харків – 125, Красношкільна набережна, 20, тел.: (0572) 212914,  
e-mail: [gaz@ukrniigaz.kharkov.ru](mailto:gaz@ukrniigaz.kharkov.ru)

*Рассмотрен полифункциональный реагент для обработки бурового раствора в процессе бурения газовых и нефтяных скважин. Изложены основные свойства полифункционального реагента на уровне мировых аналогов. Показано, что при обработке бурового раствора полифункциональным реагентом на основе отечественного сырья происходит комплексная обработка. Полифункциональный реагент повышает технико-экономические показатели бурового раствора.*

*In the article considered is the multipurpose agent for processing drill fluids during boring gas and oil wells. The basic properties of multipurpose agent, which one at a level of world clones, are set up. It is shown, that at the processing drill fluid by the multipurpose agent on the basis of domestic raw, takes place complex processing. The multipurpose agent increases technical and economical parameters of drill fluid.*

**Актуальність теми дослідження.** На сьогодні в Україні відсутнє виробництво хімічних реагентів на основі доступної, відновлювальної вітчизняної сировини, призначених для підвищення змащувальних властивостей, попередження ферментування та спінювання бурових розчинів і поліпшення техніко-економічних показників розвідувального та експлуатаційного буріння. Наприклад, тільки для потреб бурового управління “Укрбургаз” потрібно 3 т на місяць високоефективного піногасника іноземного виробництва, який коштує 15–60 \$ за кг. Для збереження повного набору властивостей до бурового розчину необхідно ще додати органічної природи інгібітор руйнування стінок свердловин, бактерицид, змащувальні домішки та інші реагенти, які виробляють переважно за кордоном. Нафтогазовий галузі як в Україні, так і за кордоном бракує реагенту, додавання якого до бурового розчину забезпечило б виконання ним одразу кількох важливих функцій, спростило б хімічну обробку та зменшило б витрати. Тому проблема розробки поліфункціонального реагенту для оброблення бурових розчинів, дослідження його властивостей, промислове виробництво і впровадження є актуальною і важливою для галузі.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Установлено, що етилендіаміди жирних кислот у складі бурового розчину на водній основі здатні виконувати одночасно функції змащувального домішку, інгібітору руйнування стінок і інгібітору корозії, піногасника, бактерициду і понижувача фільтрації. Запропоновані і обґрунтовані механізми роботи поліфункціонального реагенту в буровому розчині під час буріння, суть яких полягає у великій адсорбційній здатності на поверхні розділу фаз і утворенні міцного і щільного шару, а також гідрофобізації поверхні глинистих часток. Запропонована нова дешева жирно-кислотна сировина на основі вітчизняних відходів виробництва оливи для одержання поліфункціонального реагенту, а також нова технологія отримання поліфункціонального реагенту з використанням свердловини як хімічного реактора. Із застосуванням нових теоретичних положень розроблені рецептури бурових розчинів, які впроваджені у виробництво.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що вперше розроблено поліфункціональний реагент, який у складі бурового розчину виконує функції змащувального домішку, інгібітору руйнування стінок і інгібі-

тору корозії, піногасника, бактерициду і понижувача фільтрації. Налагоджено промислове виробництво поліфункціональних реагентів, які у 2–3 рази дешевші від зарубіжних аналогів. Додаткове здешевлення хімічної обробки запропоновано одержувати за рахунок здійснення синтезу поліфункціонального реагенту у свердловині під час буріння. Розроблені і впроваджені рецептури бурових розчинів, які включають поліфункціональний реагент.

Згідно з функціями, які хімічні реагенти виконують у складі бурового розчину, їх поділяють на понижувачі фільтрації, розріджувачі, загущувачі, змашувальні домішки, інгібітори руйнування стінок свердловин, регулятори рН, обважнювачі тощо. У даній роботі здійснено аналіз властивостей хімічних реагентів, котрі застосовують для обробки бурових розчинів як змашувальні домішки, піногасники, інгібітори корозії, бактерициди, інгібітори руйнування стінок свердловин [1].

**Інгібітори корозії:** одним з доступних і ефективних заходів з інгібування корозійних процесів є додавання до бурових розчинів інгібіторів корозії. Маючи велику адсорбційну здатність, оліворозчинні, азотовмісні поверхнево-активні речовини (ПАР) утворюють на поверхні металу тонку гідрофобну плівку. Цей шар захищає від дії окислювачів [3–5].

**Змашувальні домішки:** змашувальна дія реагентів полягає у зменшенні тертя за рахунок адсорбційного шару на поверхні розділу фаз. Відомо, що змашувальні властивості мають бурові розчини оброблені ПАР. За рахунок використання змашувальних домішок вдається підвищити проходку на долото і механічну швидкість проходки. Змашувальні домішки знижують також тертя між бурильними трубами і стінками свердловини. Традиційними змашувальними домішками є нафта і графіт [6]. Але змашувальні домішки нового покоління є оліворозчинні неіоногені ПАР, розчинені у вуглеводнях. Широко застосовуються в якості змашувальних домішок моноетаноламіди синтетичних жирних кислот, які в Україні не виробляються, розчинених у моторних мастилах, і за низьких температурах застигають [7]. Типовим прикладом є технологія отримання змашувальної композиції для бурового розчину на водній основі [8]. Вона вміщує типовий продукт конденсації моноетаноламіну і талових олив як відхід виробництва з температурою кипіння 435 К. З метою підвищення змашувальних властивостей, вона додатково вміщує гас.

**Бактерициди:** зменшення бактеріального забруднення в бурових розчинах традиційно знижують мінералізацією, лугами, бактерицидами (формальдегідними, ароматичними вуглеводнями, четвертинними амонієвими лугами, які дуже токсичні). Бактерицидні властивості амідів пояснюються наявністю атома азоту. Амідна група проявляє слабкі лугові властивості, що спричиняє антибактеріальні властивості. Амідні на основі природних, парних, нормальних жирних кислот, що пояснює їх м'якість бактерицидної дії. Вони стають біорозкладни-

ми, нетоксичними і не спричиняють забруднення навколишнього середовища. Сучасна світова тенденція спрямована на отримання м'яких неіоногенних ПАР в якості бактерицидних препаратів на основі азоту. Яскравим прикладом є патент [9], в якості бактерицидів автори запропонували тетраметилдіпропілентриаміду жирних кислот. Компоненти змішували в еквімолярному відношенні за температур 383–413 К впродовж 1–5 годин. Реакція амідуювання відбувається з великими витратами аміну, тому що амін має велику молекулярну масу.

**Піногасники:** властивістю піноутворення володіють розгалужені ПАР з невеликою молекулярною масою і гідрофільно-ліофільним балансом 7–9. Ці ПАР використовують для зниження водовіддачі бурових розчинів. Також велике піноутворення виникає під час біодеструкції полісахаридних реагентів з утворенням великої кількості вуглекислоти. Для вирішення цієї проблеми потрібно вводити піногасники і бактерициди. Бурові розчини, які стабілізовані ПАР, спричиняють піноутворення, важко піддаються природній дегазації. Найбільш ефективним і доступним методом є додавання до розчинів піногасників [10]. Найбільш ефективним піногасником є алкілоламіди жирних кислот. Це продукти взаємодії жирнокислотних компонентів з аміноспиртами. Найбільш широко у промисловості використовують моноетаноламіди жирних кислот, які отримують амідуюванням рослинних олій з моноетаноламіном з виділенням гліцерину. Ще один клас піногасників на основі азотовмісних ПАР запропонований фахівцями [11]. Піногасник складається з імідазолінів і мила металів жорсткості, які недостатньо ефективні і при вмісті оксиетильованих продуктів можуть стабілізувати піну [12]. Інгібітори руйнування стінок свердловин. Під час буріння свердловин виникає проблема диспергування глинистих часток у буровий розчин. Цей процес погіршує його параметри і техніко-економічні показники буріння. Тому середовищу сучасних бурових розчинів надають сильно інгібовані властивості відносно глин. Один з відомих механізмів інгібування глин є їх гідрофобізація оліворозчинними ПАР. Гідрофобізована частинка втрачає свою гідрофільність і не здатна переходити до водного розчину і навіть якщо це відбудеться, то гідрофобізовані частинки коагулюють і добре видаляються на вібро-ситах і центрифугах [13]. Різні типи амідів жирних кислот використовують, як інгібітори корозії, бактерициди, піногасники. Але сфера використання амідів не обмежена. Наприклад [14], авторами запропоновано використання алкілоламідів для гідрофобізації цементів. Ці компоненти запобігають вимиванню гідрофільних компонентів з цементу.

Метою роботи є розробка, лабораторні дослідження, промислове виробництво і впровадження поліфункціонального реагенту для обробки бурових розчинів у процесі буріння.

На основі досліджень над наважками відібраних проб розраховано ступінь утворення в мольних частках етилендіаміду жирних кислот

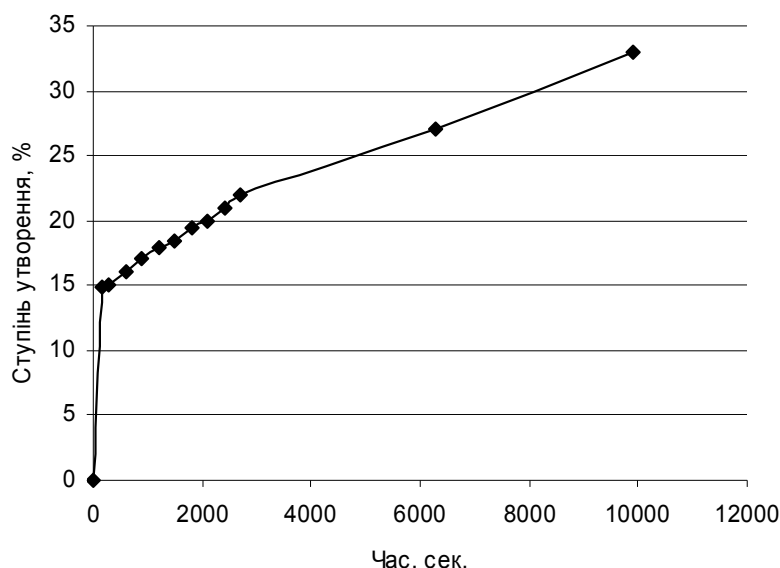


Рисунок 1 – Ступінь утворення етилендіаміду жирних кислот соняшникової олії (в мольних долях) при оптимальних умовах синтезу

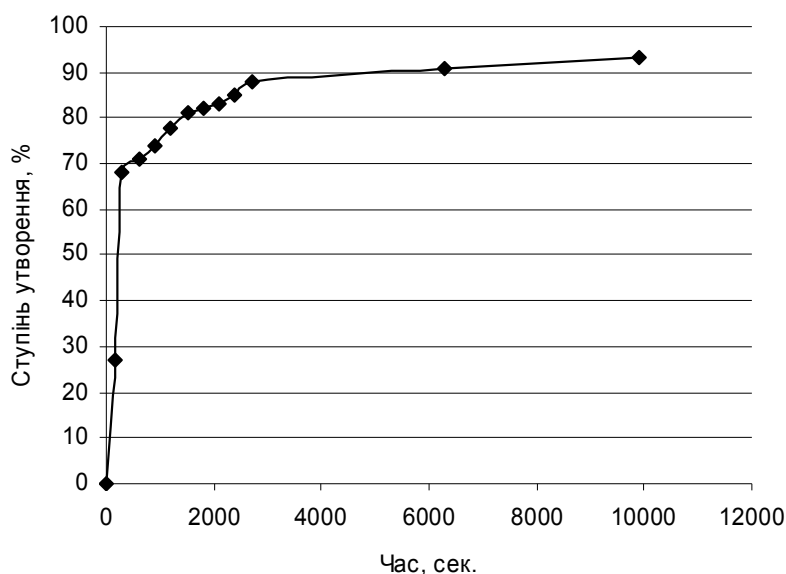


Рисунок 2 – Адсорбційна здатність етилендіаміду (%) жирних кислот соняшникової олії при оптимальних умовах синтезу

в оптимальних умовах синтезу (мольне відношення 1:0,5, температура 433 К, термін 9900 с [15–17] (див. рис. 1).

**Дослідження антикорозійної здатності методом поляризаційного опору.** Швидкість корозії визначається в потенціометричному режимі: корозійні потенціали двох ідентичних електродів перетворювання вирівнюються, а відтак поляризуються один відносно другого на величину +10 мВ. Струм, що при цьому з'являється, пропорційний миттєвій швидкості корозії електродів перетворювача. Пристрій контролю швидкості корозії металів методом поляризаційного опору типу УІСК-8. Агресивне середовище складається з 5% розчину NaCl та

250 мг/л  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Підраховавши середнє арифметичне трьох вимірювань, а відтак середнє арифметичне за годину, визначають швидкість корозії і адсорбційну здатність інгібітору корозії (див. рис. 2). Дослідження антикорозійної здатності (а.з.) 30%, мас. етилендіамідів жирних кислот соняшникової олії в дизельному пальному, визначеної методом поляризаційного опору, складає 93%. Таким чином, цей продукт має великий ступінь захисту сталі, підтверджений ще гравіметричним методом, де антикорозійний ефект оцінено за кількістю прокородованого металу в тому ж агресивному середовищі і склав 92%, що перевищує аналоги "Dodisor

V 45-43” а.з. = 75%, “Нафтохім-3” а.з. = 84%,  
“Нафтохім-8” а.з. = 86%.

Дослідження інгібуючої здатності. Бурові  
розчини повинні без руйнування повністю ви-

Таблиця 1 — Дослідження піногасної здатності різними методами

Піногасники	Концентрація, %, мас	Густина, г/мл	Об'єм емульсії, мл	Стійкість плівки, с
Етилендіамід	0,04	0,8	26	3
Defoam	0,06	0,8	39	5
ПМС – 200А	0,12	0,8	48	28

**Дослідження піногасної здатності.** Для дослідження піногасної здатності етилендіаміди жирних кислот соняшникової олії розчиняли в дизельному пальному в кількості 30%, мас.

1. Піноутворення досліджувалось на 5%, мас. бентонітовій суспензії, обробленій ПАР (буровий розчин з вихідною густиною  $\rho = 1060$  г/см<sup>3</sup>). Буровий розчин піддавали збиванню на міксері “Воронеж-76” протягом 3-х хвилин (імітація режиму буріння), а відтак вимірювали густину бурового розчину, що дало змогу оцінити можливість спінування бурового розчину під час буріння.

2. Піну готували методом струшування розчину піноутворювача в циліндрі. Робота проводиться таким чином. В циліндр (50 мл) з притертою пробкою наливають 20 мл 1%, мас. розчину піноутворювача “СТІНОЛ” (ТУУ 23469691.001–98). Розчин струшують 15 с. Далі вимірюють об'єм піни.

3. Стабільність піни оцінюють за часом існування елементарної плівки. В 1%, мас. розчин піноутворювача “СТІНОЛ” занурюють пластичне дротяне кільце діаметром 15 мм. Кільце виймають із розчину і фіксують час руйнування плівки з моменту її утворення.

На основі експериментальних даних встановлено, що 30%, мас. етилендіаміди жирних кислот соняшникової олії в 3–4 рази ефективніші, ніж аналоги Defoam і ПМС–200А, результати аналізів наведено в табл. 1.

#### Дослідження бактеріцидної здатності.

1. Розчини на бактеріальне забруднення досліджують за допомогою індикаторних пластинок sanicheck. Пластинку занурюють на 10 с у розчин і закривають в поліетиленовий резервуар та термостатують 25–30°C впродовж 24–36 год. Далі спостерігають за кольором, порівнюють його з фото і відповідно за таблицею підраховують кількість бактерій в 1 мл розчину.

2. Дослідження біодеструкції полісахаридних розчинів. Готують полісахаридний водний розчин 0,3%, мас., за допомогою віскозиметра досліджують зміну реології щотижня за температури розчину 25°C. Зміна реології і велике бактеріальне забруднення чистого біополімерного розчину спостерігається вже після першого тижня. Із додаванням 0,2%, мас. діамідів 30%, мас., розчинених в солярці, біодеструкція спостерігається після 5-го тижня, що на 2 тижні швидше, ніж із застосуванням аналога “Біотину”.

носити на поверхню породи і не давати їй диспергуватися. У розчин 400 мл додають 50 г аргіліту фракції 3–5 мм і крутять бомби 4 год за температури 120°C. Відтак аргіліт відминають через 3-мм сито, осушують до постійної маси і знаходять вагу (м, г) та ступінь інгібування. Буровий розчин з низькими інгібуючими властивостями 88%, із додавання етилендіаміду 30% інгібуюча здатність підвищується і складає 97,6%. Аналог MI Drilling Fluids дає інгібуючу здатність 95,2%.

**Дослідження липкості кірки.** Буровий розчин повинен мати низький показник тертя і малу липкість кірки для запобігання прихоплень і руйнування бурильного інструменту, знаходиться як тангенс кута сповзання вантажу з фільтраційної кірки після 10 хв. Із додаванням 0,2% етилендіаміду 30% тертя кірки бурового розчину знижується на 30%.

**Висновки.** Отриманий реагент є поліфункціональним і здатний одночасно зменшувати тертя, ферментування, піноутворення, а також знижує водовіддачу бурового розчину, підвищує термостійкість бурового розчину, що дає можливість зменшити витрати на хімічну обробку.

#### Література

1. Рязанов Я.А. Справочник по буровым растворам. – М.: Недра, 1979. – 215 с.
2. Шрайер Л.Л. Коррозия. – М.: Металлургия, 1981. – 632 с.
3. Сорокин Ю.И. Микробиологическая коррозия металлов в морской воде. – М.: 1983. – 123 с.
4. Пат. RU №2108360 C1, 7МПК C09K7/02. Способ получения реагента для ререлирования свойств буровых растворов / В.Н.Подвезенный, П.Г.Дровников, А.А.Егоров. – Заявл. 11.01.1996; Опубл. 10.04.1998.
5. Пат. RU №98119755 А, 7МПК C23F11/18, C23F11/14. Состав ингибитора РЕАКОР-11 для защиты низкоуглеродистых сталей от коррозии в сероводородных минерализованных средах / Д.Е. Бугай, Ф.А. Селимов, Ю.Н. Яханова и др. – Заявл. 28.10.1998; Опубл. 27.06.2000.
6. Городнов В.Д. Буровые растворы. – М.: Недра, 1985. – 206 с.
7. Пат. RU №2002135866 А, 7МПК C23F11/00, C23F11/14. Способ получения ингибитора коррозии “СИНКОР – 02” / С.Т.Бисембаев, Р.Р. Свергузин, И.К. Казмалы и др. – Заявл. 04.02.1994; Опубл. 27.06.2004.

8. Пат. SU №1829382 C1, 7МПК C09K7/02. Смазочная композиция для бурового раствора / Р.Г.Абдрахманов, Б.А.Андресон, В.Н.Умутбаев и др. – Заявл. 09.01.1990; Оpubл. 10.12.1999.

9. Пат. RU №2200744 C2, 7МПК C08L77/00, C08K13/02, C08K13/02, C08K3/06, C08K3/22, C08K3/24, C08K3/32, C08K5/3492, C08K5/20. Огнестойкая полиамидная композиция / С.С.Песецкий, П.А. Пинчук, М.Б. Каплан и др. – Заявл. 22.06.2000; Оpubл. 20.03.2003.

10. А.с. SU №1567239 A1, 5МПК 5B01D19/04. Пеногаситель / Н.А.Мельник, Б.Е.Чистяков, В.В.Круть и др. – Заявл.10.10.1987; Оpubл. 30.05.1990, Бюл. №20. – 10 с.

11. Пат. UA №37618 A, 6МПК 6C23F11/00. Спосіб захисту сталі від мало циклової втоми в нейтральному середовищі / Я.М.Гладкий, О.В.Капінос. – Заявл. 24.02.2000; Оpubл. 15.05.2001, Бюл. №4. – 2 с.

12. Козлов Н.А., Карюкин Е.С. Алкилоламиды жирных кислот // ЦНИТЭнефтехим; Серия: Поверхностно-активные вещества и синтетические жирозаменители. – М., 1966. – 29 с.

13. Пат. США № 6531443, 7МПК C11D3/32. Alkanolamides / Perella James E., Komor Joseph A.,

вих розчинів з низьким вмістом твердої фази на основі біополімерів забезпечує високі техніко-економічні показники буріння вертикальних, похило-скерованих і горизонтальних свердловин. Fost Dennis L. – Заявл. 26.02.2001; Оpubл. 11.03.2003, НПК 510/501. Англ.

14. Жуган О.А. Дослідження компонентного складу в реакції взаємодії етилендіаміну з триацилгліцеридами соняшникової олії // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харьков: НТУ “ХПІ”, 2004. – №4. – С. 90–92.

15. Жуган О.А. Математична модель для реакції взаємодії етилендіаміну з триацилгліцеридами соняшникової олії / О.А.Жуган, О.І.Ільїнська, А.П. Мельник. // Вестник НТУ “ХПІ”. – Харьков: 2004. – №41. – С. 52–55.

16. Жуган О.А. Дослідження реакції взаємодії триацилгліцеридів соняшникової олії з етилендіаміном // Вестник НТУ “ХПІ”. – Харьков.: 2003. – №11. – С.41–43.

17. Жуган О.А. Получение азотсодержащих веществ на основе триацилглицеринов подсолнечного масла. / О.А.Жуган, А.П.Мельник. // Вестник НТУ “ХПІ”. – Харьков: 2004. – №14. – С. 31–35.

УДК 622.248.3:622.244.442:66.067

## РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ГУМАТНО-БІОПОЛІМЕРНОГО БУРОВОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ БУРІННЯ ПОХИЛО-СКЕРОВАНИХ І ГОРИЗОНТАЛЬНИХ СВЕРДЛОВИН НА РОДОВИЩАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

О.В.Кустурова

УкрНДІгаз, м. Харків – 125, Красношкільна набережна, 20, тел.: (0572) 212914,  
e-mail: gaz@ukrniigaz.kharkov.ru

*Рассмотрен механизм взаимодействия гуматов и водорастворимых полимеров, а также образование синергетических композиций. Изложены основные свойства гуматно-биополимерного бурового раствора. Результат сравнительных исследований технологических свойств нового бурового раствора и бурового раствора „Flo-Pro” показал, что разработанный на основе синергетической композиции раствор отвечает современным требованиям и не уступает зарубежным аналогам.*

*Considered are mechanism of interplay of humates with watersoluble polymers and formation of synergetic compositions. The paper presents the main humic-biopolymer drilling fluid properties. The results of comparative researches of technological properties of new drilling fluid and drilling fluid „Flo-Pro”, have shown the system designed on the basis of synergetic composition measures up to modern requirements and is on a par with the foreign analogue.*

**Актуальність теми дослідження.** В даний час буріння горизонтальних свердловин здійснюється за допомогою бурових розчинів на основі біополімерів. В Україні зроблені перші успішні спроби закінчити свердловину горизонтальним стовбуром, що свідчить про широке застосування горизонтального буріння в подальшому. Разом з тим передбачається масовий перехід до застосування безглинистих біополімерних бурових розчинів. Сучасний великий інтерес щодо використання полісахаридних сполук у складі безглинистих бурових розчинів пояснюється тим, що саме використання буро-

вин, якість розкриття родовищ зі складнопобудованими покладами і низькопроникними колекторами, і одночасно вирішує дві важливі проблеми: стабілізації дисперсних систем і захисту навколишнього середовища від впливу різних токсичних органічних сполук. Для підвищення техніко-економічних показників горизонтального буріння необхідно розробити і впровадити нові рецептури біополімерних бурових розчинів, які за технологічними властивостями не поступалися б кращим зарубіжним аналогам при менших витратах імпортованих реагентів. Тому проблема розробки, лабораторного